

# **ANALISIS KOORDINASI PERALATAN PENGAMAN JARINGAN PENYULANG SUMBER PT.PLN CIREBON**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada  
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik**

**Oleh:**

**SHOLAHUDIN LUTHFI**

**D 400 140 063**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2018**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**ANALISIS KOORDINASI PERALATAN PENGAMAN JARINGAN  
PENYULANG SUMBER PT.PLN CIREBON  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**PUBLIKASI ILMIAH**

oleh:

**SHOLAHUDIN LUTHFI**

**D 400 140 063**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



**ARIS BUDIMAN S.T, M.T.**

**NIK : 885**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**ANALISIS KOORDINASI PERALATAN PENGAMAN JARINGAN  
PENYULANG SUMBER PT.PLN CIREBON  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**OLEH**  
**SHOLAHUDIN LUTHFI**  
**D 400 140 063**

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji**  
**Fakultas Teknik**  
**Universitas Muhammadiyah Surakarta**  
**Pada hari Kamis, 12-07-2018**  
**dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

**Dewan Penguji:**

**1.Aris Budiman, S.T, MT.**

**(Ketua Dewan Penguji)**

(.....)

**2.Agus Supardi, S.T, MT.**

**(Anggota I Dewan Penguji)**

(.....)

**3.Umar, S.T, M.T.**

**(Anggota II Dewan Penguji)**

(.....)

**Dekan,**



**Ir. Sri Sunarjono, M.T, Ph. D**

**NIK. 682**

## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

**Surakarta, 12 Juli 2018**

Penulis



**SHOLAHUDIN LUTHFI**

**D400 140 063**

# ANALISIS KOORDINASI PERALATAN PENGAMAN JARINGAN PENYULANG SUMBER PT.PLN CIREBON

## Abstrak

Suatu jaringan distribusi tenaga listrik kadangkala mengalami adanya gangguan. Hal ini menyebabkan PT.PLN mengalami kerugian dari segi materi. Penyebab gangguan ada berbagai macam. Salah satu gangguan yang sering terjadi pada sistem distribusi listrik yaitu *short circuit*. Perlu adanya suatu sistem proteksi yang andal untuk menangani gangguan hubung singkat. Sistem proteksi yang andal dapat mengisolir daerah yang terkena gangguan dengan relai OCR (*Over Current Relay*). PT PLN Cirebon mempunyai banyak penyulang untuk mendistribusikan listrik dari Gardu Induk menuju konsumen. Penyulang Sumber adalah salah satu contohnya di mana di penyulang ini proteksinya menggunakan OCR (*Over Current Relay*). Penelitian ini membahas mengenai perancangan koordinasi OCR di penyulang Sumber. Penelitian diawali dengan mengumpulkan data kelistrikan yang diperlukan. Kemudian disimulasikan menggunakan ETAP 12.6 untuk pembuatan *single line diagram* dan simulasi. Hasil simulasi dilakukan pada bus yang terdekat dengan relai. Kemudian *setting* relai dan analisa hasil uji kerja OCR. Letak relai dan waktu kerja relai sebagai berikut. Relai 1  $I_p = 1.1$  A dan TMS= 0.6 s. Relai 2  $I_p = 1.7$  A dan TMS= 0.11 s dan Relai 3  $I_p = 0.47$  A dan TMS= 0.26 s.

**Kata Kunci:** koordinasi proteksi, *Over Current Relay*, ETAP 12.6

## Abstract

An electrical distribution circuit sometimes has disturbance. This led to PT.PLN a loss in terms of material. The cause of problems there are various kinds. One of disorders that often occurs in the system of distribution that is short circuit. The need is a protection system that is reliable to deal with disorders related short circuit. The system of protection that is reliable could be stranded with disorder by using OCR (*Over Current Relay*). PT PLN Cirebon, have a lot of repeater to distribute electricity from Gardu substation to consumers. One of the repeater of Rayon Sumber where in this repeater relies on protection system in the form of OCR (*Over Current Relay*). Research on coordination planning of OCR replacement in Source feeder. This Research begins to collect data on electricity that is needed. After that, using software ETAP 12.6 for the manufacture of a single line diagram and a simulation. The simulation by the related short circuit in the bus nearest relay. The relay and time of the relay. relay 1  $I_p = 1.1$  A and TMS= 0.6 s, relay 2  $I_p = 1.7$  and TMS 0.11 s and relay 3  $I_p = 0.47$  A and TMS= 0.26 s.

**Keywords:** protection coordination, *Over Current Relay*, ETAP 12.6

## 1. PENDAHULUAN

Energi listrik di zaman modern kini sudah menjadi kebutuhan pokok bagi manusia dalam kehidupan sehari-hari. Energi listrik juga sangat berperan penting dalam kemajuan di bidang industri. Penyulang Sumber Cirebon bekerja di bidang pendistribusian energi listrik. Pendistribusian energi listrik ke pelanggan diperlukan keandalan sistem, agar pendistribusian

energi listrik tidak terjadi gangguan. Salah satu gangguan dalam pendistribusian listrik adalah gangguan arus lebih di penyulang yang dapat menimbulkan terputusnya distribusi listrik ke konsumen dan menyebabkan kerugian dari pihak PLN maupun konsumen.

Sistem proteksi adalah sistem yang harus ada karena dalam suatu jaringan tenaga listrik, dalam sistem jaringan listrik tidak bisa jauh dari yang namanya gangguan. Gangguan tersebut dapat disebabkan beberapa faktor, baik faktor internal maupun eksternal. Misalnya *short circuit* yang mengakibatkan arus yang mengalir besar. Dilihat dari akibat yang ditimbulkannya suatu gangguan, *short circuit* memerlukan perhatian yang jauh lebih besar dari pada rangkaian terbuka (Stevenson, 1993).

Mengatasi gangguan *short circuit* diperlukan suatu sistem proteksi yang handal untuk mengantisipasinya. Salah satunya yaitu menggunakan relai OCR (*Over Current Relay*) di dalam jaringan listrik. OCR harus dikoordinasikan antara relai satu dengan relai yang lain, agar sistem proteksi bekerja dengan baik. Dalam mendesain perlindungan yang harus dipertimbangkan yaitu jenis relai, ukuran pemutus arus, dan sekering (Zellagui, dkk., 2015).

Pemutus Tenaga (PMT) merupakan suatu komponen yang berfungsi untuk pemutus tenaga, baik dalam keadaan normal atau tidak normal. Tugas utama PMT adalah :

1. Pada saat keadaan normal, membuka / menutup rangkaian listrik.
2. Pada saat keadaan tidak normal, melalui bantuan relai sehingga PMT dapat membuka untuk mengatasi gangguan.

OCR (*Over Current Relay*) akan bekerja jika ada arus yang mengalir melebihi nilai *setting*. Prinsip Kerja OCR (*Over Current Relay*) adalah mendeteksi besaran arus yang melewati jaringan dengan bantuan trafo arus. Besar suatu arus yang boleh dilewati disebut dengan *setting*. Pelebur (*fuse cut out*) merupakan alat pemutus. Prinsip kerja dari FCO ini adalah dengan meleburnya bagian komponen yang telah dirancang dan disesuaikan ukurannya. FCO tersebut berfungsi untuk memutuskan arus, jika arus melebihi *setting* yang telah ditentukan. Maka pelebur dirancang untuk mengatasi gangguan, sehingga FCO dirancang meleleh pada saat waktu dan nilai arus gangguan tertentu.

### **1.1 Short circuit**

*Short circuit* bisa terjadi dikarenakan banyak faktor contohnya kelalaian manusia saat beraktivitas di sekitar *feeder*, aktivitas binatang di *feeder* ranting pohon menyentuh kabel *feeder* dan masih banyak lainnya. Gangguan hubung singkat dapat merugikan pihak PLN serta dapat merusak piranti kelistrikan maupun peralatan listrik dari konsumen. Salah satu cara menanggulangi hubung singkat yaitu dengan menggunakan relai arus lebih (OCR), agar energi listrik yang didistribusikan tidak ada gangguan, diperlukan koordinasi relai yang terpasang di

jaringan bekerja secara baik agar tidak menimbulkan kesalahan sistem (Patel, 2005). Dalam *setting* OCR perlu diperhatikan antara lain kecepatan, sensitivitas, reliabilitas dan selektivitas (Badekar,2009)

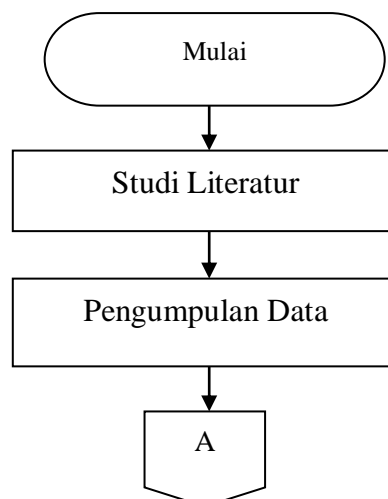
## 1.2 Koordinasi Relai

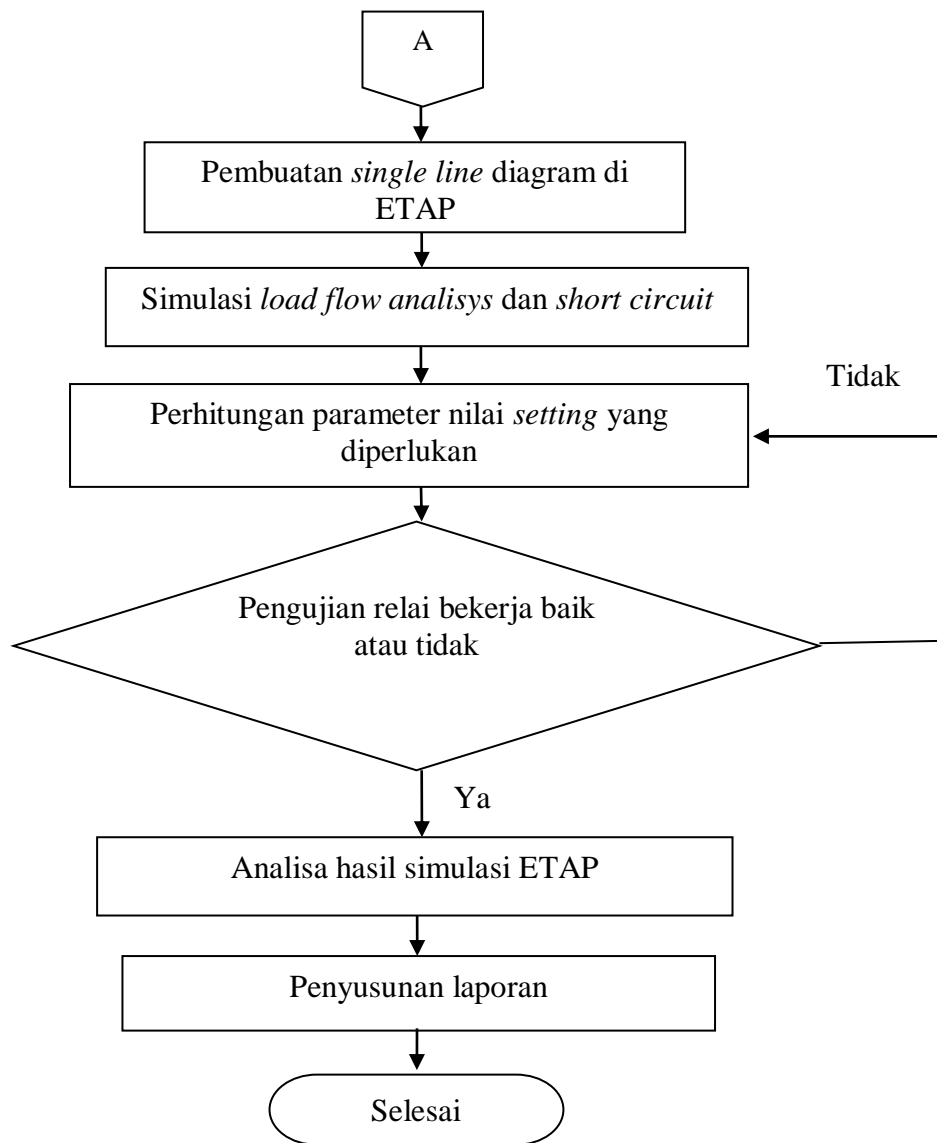
Koordinasi OCR (*Over Current Relay*) yang pertama harus dilakukan yaitu menentukan waktu kerja relai, menentukan tempat relai, nilai hubung singkat dan parameter nilai *setting* relai (Birjandi,2011). Simulasi menggunakan ETAP 12.6 kemudian langkah selanjutnya mencari nilai beban maksimum dan nilai *short circuit*. Penyulang sumber mempunyai *recloser* dan *fuse* untuk sistem pengaman. Pemasangan *recloser* di pangkal jaringan berfungsi untuk mematikan aliran listrik saat terjadi gangguan. *Fuse* berfungsi untuk melindungi transformator bila terjadi gangguan, tetapi hanya satu kali pakai saja. Penyulang Sumber belum mempunyai pengaman yang dapat mengisolir gangguan didaerah itu saja yang terkena gangguan.

## 2. METODE

Relai arus lebih berfungsi untuk menangani gangguan *short circuit*. Jika Sering ada *short circuit* maka dari pihak PLN maupun konsumen akan rugi. OCR (*Over Current Relay*) berfungsi untuk mengatasi adanya gangguan. Menentukan *setting* nilai yang tepat dengan mensimulasikan ETAP 12.6. Tahapan penyusunan penelitian sebagai berikut :

- 1) Studi literatur, penulis mencari jurnal ilmiah dan mencari materi dari berbagai sumber.
- 2) Pencarian data, data didapatkan di PT. PLN Cirebon.
- 3) Analisa data, melakukan perhitungan sudah sesuai dengan parameter perhitungan atau belum.
- 4) Perhitungan, melakukan *setting* relai melalui perhitungan manual sebelumnya.
- 5) Pengujian, setelah diperoleh data *setting* simulasikan dengan ETAP 12.6.



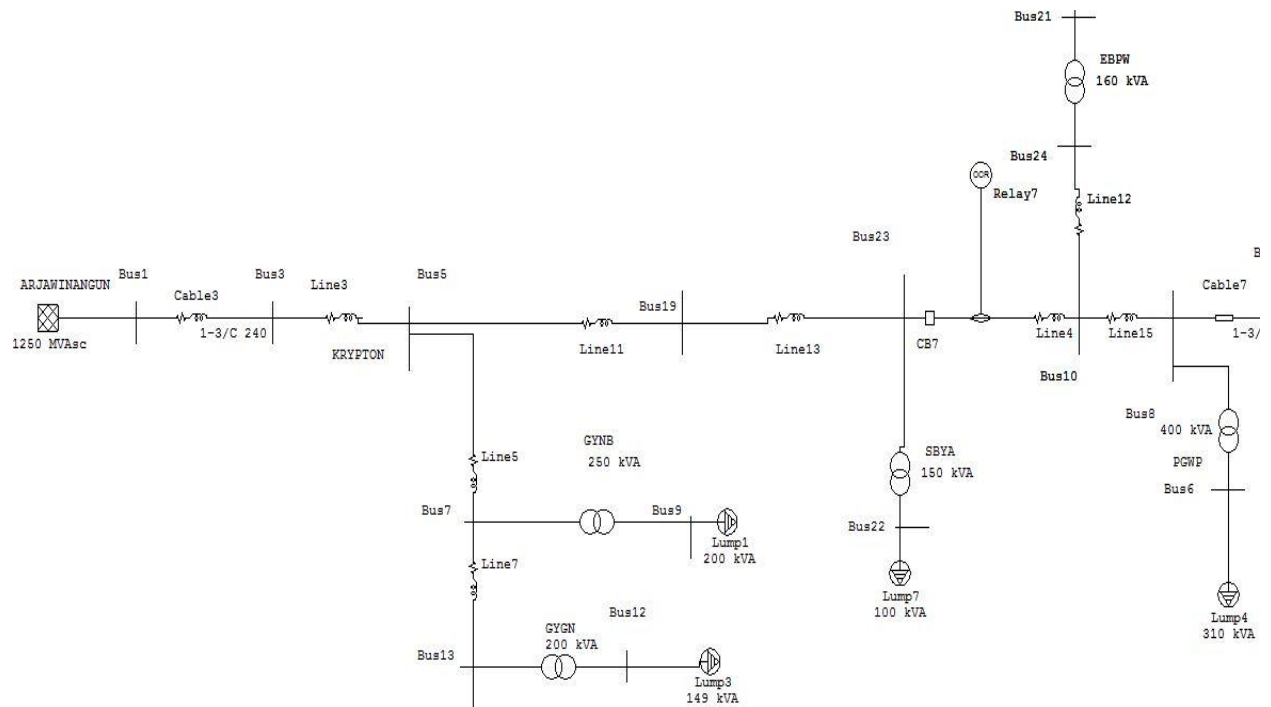


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

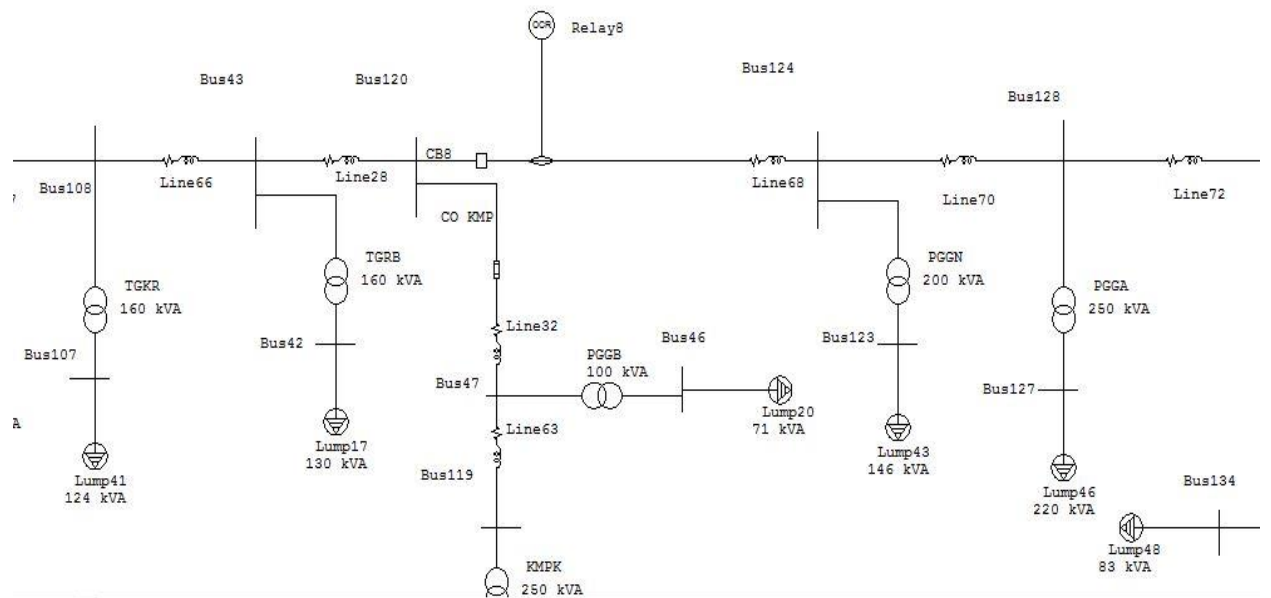
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyulang Sumber merupakan penyulang yang mempunyai banyak beban industri dan kawasan ramai penduduk. Hal ini menjadikan penyulang sumber beresiko mengalami gangguan *short circuit*. Keandalan proteksi yang baik sangat diperlukan pada penyulang ini. OCR sangat cocok untuk menanggulangi gangguan *short circuit* karena dapat mengisolir daerah yang terkena gangguan. Pengisoliran berfungsi meminimalkan daerah gangguan. Berikut ini merupakan penempatan letak relai.

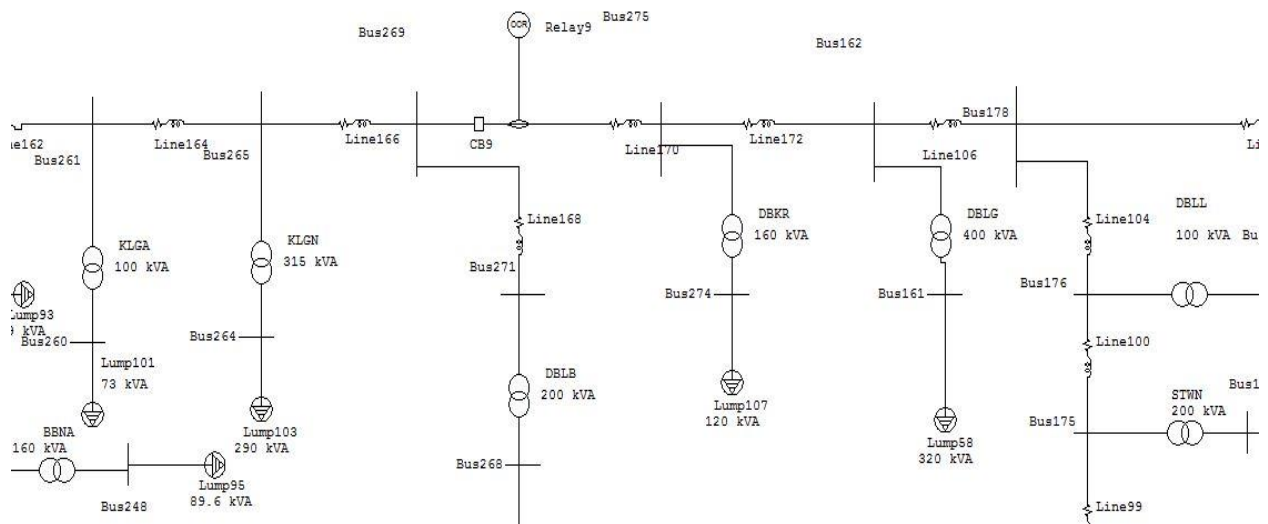




Gambar 2. Relai bus 23



Gambar 3. Relai bus 120



Gambar 4. Relay bus 269

### 3.1 Penentuan Nilai Arus Hubung Singkat

Nilai arus *short circuit* berfungsi untuk mencari nilai *setting* OCR supaya bekerja dengan baik. Dalam menentukan nilai *short circuit* minimum dan maksimum bisa dicari dari simulasi *short circuit* 2 phase 30 cycle untuk nilai gangguan hubung singkat minimum. Sedangkan simulasi hubung singkat 3 phase 4 cycle untuk mencari nilai gangguan maksimum (Triandini, 2015).

Tabel 1. simulasi *short circuit*

bus	I sc maksimum(Ampere)	I sc minimum(Ampere)
Bus 23	31710	25600
Bus 120	21920	13870
Bus 269	18170	10710

### 3.2 Penentuan Waktu Kerja Relay

Pada *short circuit* di bus 269 nilai *short circuit* paling kecil, sedangkan relay di bus 23 memiliki *short circuit* yang terbesar.

Tabel 2. Analisa *setting* waktu

Nama Bus	Delay Instantaneous	Times Delay (Detik)	Pengendali I >> (Detik)
Bus 269	0.1	0.9	0.8
Bus 120	0.3	0.9	0.9
Bus 23	0.5	0.9	1

### 3.3 Setting Relay Arus Lebih

*Setting OCR (Over Current Relay)* ada beberapa yang perlu diperhatikan yaitu karakteristik relay itu sendiri. Biasanya menggunakan relay *Inverse Definite Minimum Time (IDM)*. Dalam penelitian ini penulis menggunakan karakteristik Standar *Invers*. Karakteristik Standar *Invers* memiliki waktu kerja relay paling besar diikuti *Very Invers* dan *Extremly Invers* (Uma,2014).

Merek : ALSTOM  
 Tipe : P120  
 Karakteristik : Standar *Invers* (SI)  
 Nilai Rasio CT : 12000/1  
 Isc max Bus 23 : 31710  
 Isc min Bus 23 : 25600

*Full Load Ampere* (FLA) dicari dari simulasi ETAP menggunakan fungsi *Load Flow Analysis* yang bisa dilihat pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Analisa *Full Load Ampere*

<i>Bus</i>	Nilai FLA ( <i>Ampere</i> )
<i>Bus 23</i>	12690
<i>Bus 120</i>	8432
<i>Bus 269</i>	2270

Perhitungan nilai *setting* relay di bus 23

$$\begin{aligned} \text{Iset (primer)} &= 1.05 \times \text{FLA} \\ &= 1.05 \times 12690 \\ &= 13324.5 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Iset (sekunder)} &= \text{Iset (primer)} \times \frac{1}{\text{ratio CT}} \\ &= 13324.5 \times \frac{1}{12000} \\ &= 1.1 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{TMS (SI)} &= \frac{t \times \left( \frac{\text{Isc max}}{\text{Is}} \right)^{0.02} - 1}{0,14} \\ &= \frac{0.9 \left( \frac{31710}{13324.5} \right)^{0.02} - 1}{0,14} \\ &= 0.6 \text{ s} \end{aligned}$$

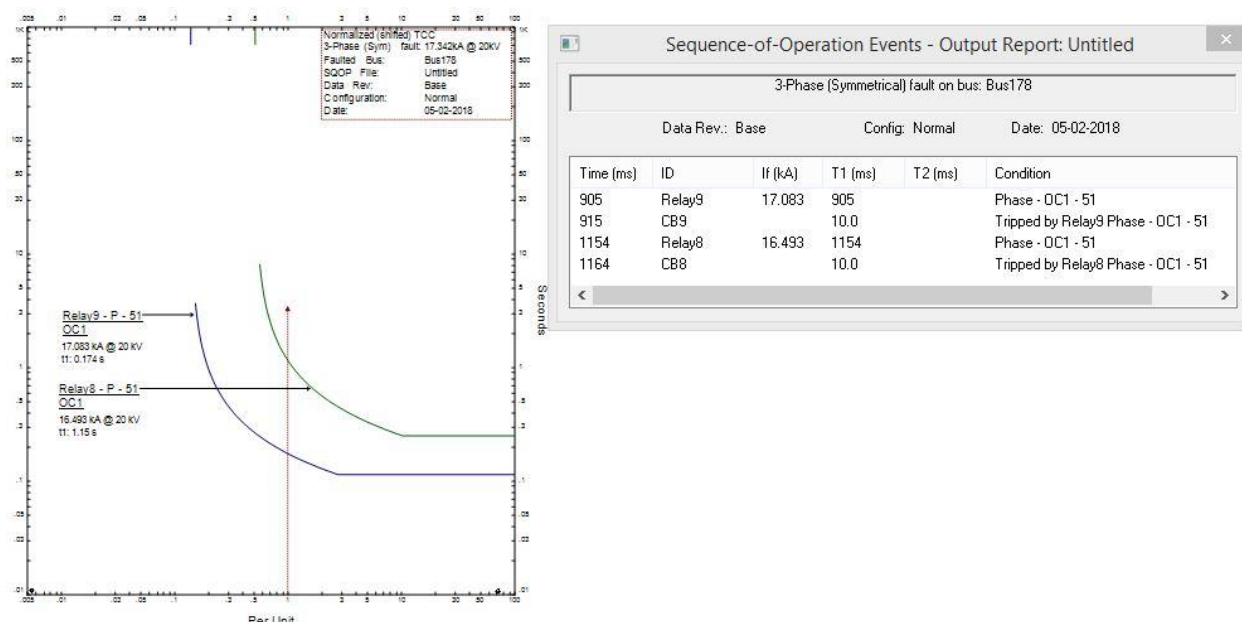
Tabel 4. Parameter nilai *settings*

Relai	FLA (Ampere)	Rasio CT	Letak OCR	Iset Sekunder (Ampere)	TMS (Detik)
1	12690	12000	Bus 23	1.1	0.6 detik
2	8432	5000	Bus 120	1.7	0.11 detik
3	2270	5000	Bus 269	0.476	0.26 detik

### 3.4 Hasil Simulasi Setting OCR

Setelah *setting* dihitung semua kemudian masukkan nilai ke dalam relai untuk menguji OCR (*Over Current Relay*) menggunakan ETAP 12.6.

#### 1) Simulasi pada bus 269

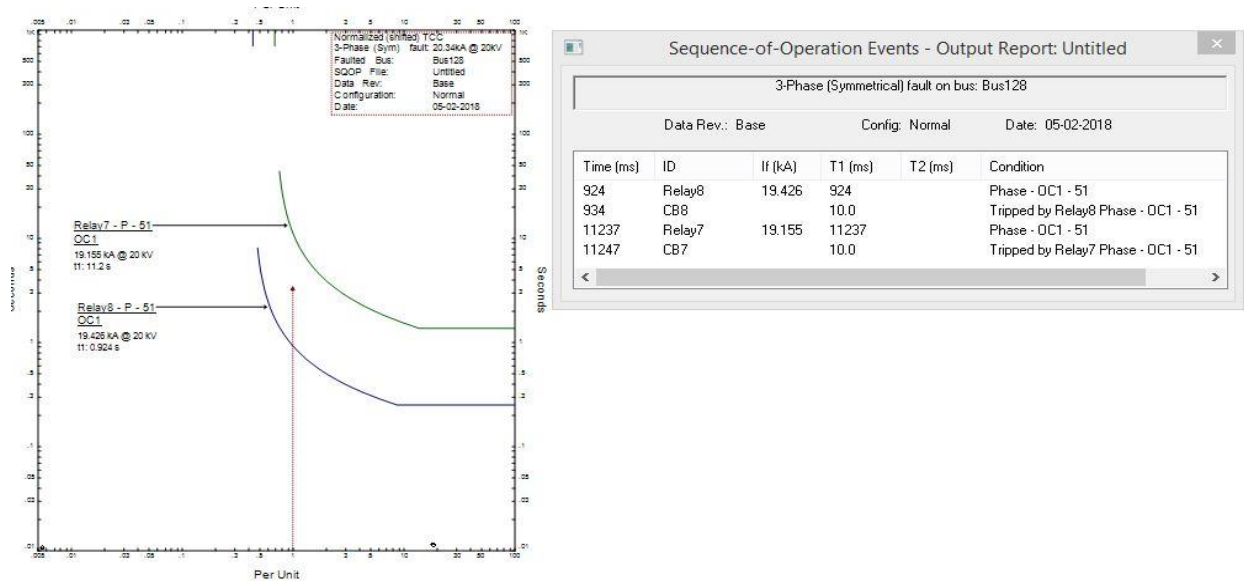


Gambar 5. Gangguan bus 269

Berdasarkan gambar 5 dapat disimpulkan besar arus *short circuit* sebesar 17.342 kA. OCR 9 mendeteksi adanya gangguan kemudian memerintahkan CB untuk bekerja dan memerlukan waktu 0.9 second. Relai 9 bekerja terlebih dahulu karena letak relai 9 paling dekat dengan gangguan. Relai 8 berfungsi untuk pengaman cadangan jika relai 9 gagal bekerja. Relai 8 bekerja

memerlukan waktu 1.1 second. OCR 9 ini berfungsi untuk mengisolir daerah di bus 269 dari gangguan, agar jaringan sebelum daerah bus 269 ini tidak terkena dampaknya.

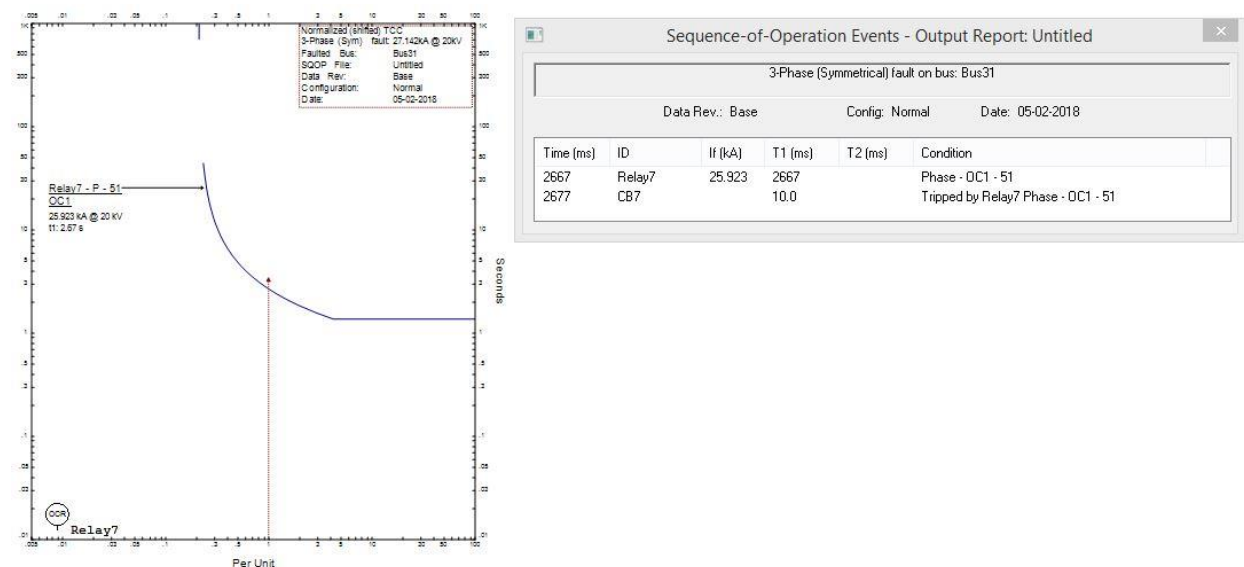
## 2) Simulasi pada bus 120



Gambar 6. Gangguan bus 120

Berdasarkan gambar 6 dapat disimpulkan bahwa besar arus *short circuit* sebesar 20.34 kA. OCR 8 mendeteksi gangguan kemudian memerintahkan CB bekerja dan memerlukan waktu 0.9 second. Relai 8 bekerja terlebih dahulu karena letak relai paling dekat dengan gangguan. Relai 7 berfungsi sebagai pengaman cadangan jika relai 8 gagal bekerja, relai 7 bekerja memerlukan waktu 11.2 second.

## 3) Simulasi bus 23



Gambar 7. Gangguan bus 23

Berdasarkan gambar 7 dapat disimpulkan bahwa besar arus *short circuit* sebesar 27.142 kA. OCR mendeteksi adanya gangguan dan memberi sinyal ke CB agar bekerja dan memerlukan waktu 2.6 second. Relai ini berfungsi agar jaringan sebelum bus 23 tidak terkena dampaknya.

#### **4. PENUTUP**

Hasil penelitian dan perhitungan *setting* OCR dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Dari hasil simulasi di ETAP, nampak bahwa relai sudah bekerja sesuai standar. Perbedaannya tidak terlalu jauh antara perhitungan manual dengan simulasi di ETAP.
- 2) Besarnya arus gangguan hubung singkat di pengaruhi oleh jarak titik gangguan, semakin jauh jarak titik gangguan maka semakin kecil arus gangguan hubung singkatnya.
- 3) Penempatan OCR berpengaruh terhadap daerah yang terisolir saat terjadi gangguan
- 4) Koordinasi relai yang baik akan menghasilkan kurva yang terpisah karena ketika relai tidak bisa bekerja maka akan di *backup* relai lain.

#### **PERSANTUNAN**

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak yang membantu dalam pengerjaan tugas akhir ssebagai berikut:

- 1) Allah SWT yang memberi kelancaran dalam mengerjakan tugas akhir ini.
- 2) Kedua orang tua serta saudara yang selalu mendoakan, atas kelancaran pengerjaan tugas akhir.
- 3) Bapak Aris Budiman S.T.M.T selaku dosen pembimbing.
- 4) Dosen jurusan teknik elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta
- 6) Teman-teman Teknik Elektro UMS angkatan 2014 yang tidak penulis sebutkan satu persatu dalam membantu terselesainya tugas akhir ini.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Bedekar, P P., et al. (2009). *Optimum Time Coordination of Overcurrent Relays in Distribution*
- Birjandi, A A M, Pourfakkah M. (2011). *Optimal Coordination of Overcurrent and Distance*
- Patel, H A. (2015). *Relay Coordination Using ETAP*. International Journal of Scientific & Engineering Research, Vol 6.
- Relaysby a New Particle Swarm Optimization Method. International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT), Vol 1.
- William D. Stevenson, Kamal Idris. 1993. Analisis Sistem Tenaga Listrik, Edisi Keempat. Jakarta:Erlangga.

Zellagui, Mohamed., Benabid, Rabah., dkk. 2015. *Optimal Overcurrent Relays Coordination in the Presence Multi TCSC on Power Systems Using BBO Algorithm*. Algeria: MECS.